

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 05129238 A

(13) Date of publication of application: 25.05.93

(51) Int. Cl.

H01L 21/302

G06F 15/62

(21) Application number: 03286201

(71) Applicant: FUJITSU LTD

(22) Date of filing: 31.10.91

(72) Inventor: NAKAISHI MASAFUMI

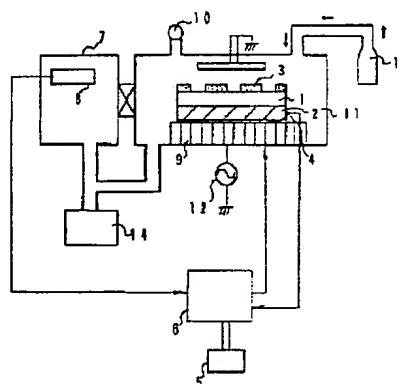
(54) APPARATUS FOR MANUFACTURING  
SEMICONDUCTOR DEVICEnot changed by the reaction heat, and an etching step is  
carried out with high accuracy in measurement.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&amp;Japio

**PURPOSE:** To provide an each step with high accuracy in measurement regardless of the exposed area of an etching material, by controlling the initial temperature of the etching material, and keeping the temperature of a substrate below a given temperature after the temperature rise of the substrate is estimated on the basis of a calculated reaction heat value.

**CONSTITUTION:** The temperature of an etching substrate 1 is measured with a thermometer 4 to send the temperature data to a computer 6. At the same time, an exposed area measuring detector 8, located in a sample measuring chamber 7, measures the exposed area of an etching material 1, and the computer 6 also received the data about the exposed area. The reaction heat is calculated on the basis of the area data, and the temperature rise of an etching substrate 2 is estimated on the basis of the reacted heat data. The initial temperature of the etching material is controlled by a temperature controller 9 so that the temperature of the etching substrate 2 is kept below a given temperature. Consequently, the temperature of the etching material is



La p = 9

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-129238

(43)公開日 平成 5 年(1993) 5 月25日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/302		B 7353-4M		
G 0 6 F 15/62	3 8 0	9287-5L		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-286201

(22)出願日 平成 3 年(1991)10月31日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 中石 雅文

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 井桁 貞一

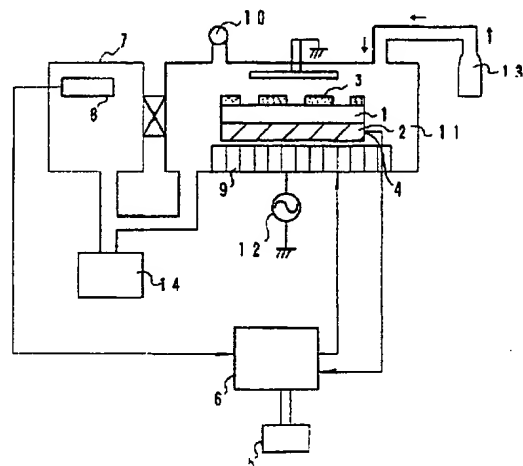
(54)【発明の名称】 半導体製造装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は、半導体製造装置に関し、どのような被加工物の露出面積であっても、エッチング中の到達温度が一定になるようにエッチング中の温度制御を行うことができ、制御性の良好なエッチングを行うことができ、寸法精度が高く被エッチング薄膜の残渣が生じ難いエッチングを行うことができる半導体製造装置を提供することを目的とする。

【構成】 反応性ドライエッチングを行う半導体製造装置において、被エッチング物の全面積を取得する面積取得手段と、該面積に基づいて反応熱を算出する反応熱算出手段と、該算出された反応熱に基づいて基板の温度上昇を推定し、該基板の温度を一定温度以下に保持するように該被エッチング物の初期温度制御を行うか、あるいは該基板の温度を一定温度に保持するように温度制御を行う温度制御手段を有するように構成する。

本発明の原理説明図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応性ドライエッチングを行う半導体製造装置において、被エッチング物の全面積を取得する面積取得手段と、該面積に基づいて反応熱を算出する反応熱算出手段と、該算出された反応熱に基づいて基板の温度上昇を推定し、該基板の温度を一定温度以下に保持するように被エッチング物の初期温度制御を行うか、あるいは該基板の温度を一定温度に保持するように温度制御を行う温度制御手段とを有することを特徴とする半導体製造装置。

【請求項2】 前記面積取得手段が、被エッチング物の表面の画像を取得する画像取得手段と、該画像に含まれる画像信号に基づいて該被エッチング物の表面であることを検出する表面検出手段と、検出された該被エッチング物の表面画像信号に基づいて該被エッチング物の全面積を算出する面積算出手段とを有する画像処理機構からなることを特徴とする請求項1記載の半導体製造装置。

【請求項3】 前記温度制御手段が、ベルチエ素子からなることを特徴とする請求項1乃至2記載の半導体製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造装置に係り、詳しくは、超LSIの製造工程の中で、特に重金属薄膜にて構成された配線パターンの形成方法、あるいはその配線パターンの形成工程中に微細な回路パターンを転写、形成する手段として要請されているX線露光技術における回路パターンを転写するために必要となっているX線マスク上のX線吸収体パターンの形成に適用することができる半導体製造装置に関する。

【0002】近年、超LSIの集積度が増す毎に回路パターンの設計ルールは微小化の一途を辿っており、半導体装置間を結線する配線パターン、あるいはパターンを1:1で基板上に転写するX線マスク上の吸収体パターンの加工寸法も微細化の一途を辿っている。このため、寸法精度が高く、安定したエッチングを行うことができる半導体製造装置が要求されている。

## 【0003】

【従来の技術】従来、反応性ドライエッチングを行う半導体製造装置では、あるエッチング条件でエッチングを行った場合、それが達する最高温度を予め測定し、この測定された最高温度をある一定温度に保持するため、被エッチング物を一定温度の熱源に接するよう設置し、温度を制御する温度制御手段を設けて構成されていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の半導体製造装置では、被エッチング物の露出面積によって被エッチング物の達する最高温度が異なることがあるため、特にエッチング条件がずれたり、反応による温度上昇が激しかったりする場合には、パターンの

マスク材であるレジストの変形をもたらし、マスクに忠実な寸法で下層の被エッチング物に転写することができない等の問題を発生していた。

【0005】ところで、被エッチング物の温度変化が著しい例としては、例えばX線マスクを構成するマスク基板上のX線吸収体をエッチングする場合が挙げられる。この場合、X線マスクは数 $\mu\text{m}$ の極めて薄い膜を用いているため、熱容量が低くプラズマ中での温度上昇が大きい。このため、X線マスクの反応性イオンエッチングにおいては、例えば特開昭62-219924に開示されているように、マスク基板の背面をHe等で冷却しながらエッチングを行えば有効であることが知られている。

【0006】しかしながら、エッチング反応によっては、冷却し過ぎるとエッチング残渣が発生することがあり、例えば特開昭61-62639においては、エッチングを開始する際のメンブレンの初期温度をエッチング中のメンブレン温度がメンブレンの破壊温度以下になるように、かつエッチング残渣を発生させない温度以上に制御することによって確実なパターン転写を行うことができることを開示している。

【0007】ところが、上記初期温度が一定であったとしても、エッチングを行う被加工物が露出された領域の面積に応じて反応熱が発生してしまい、エッチング中にメンブレンの到達する温度が異なってしまうため、エッチング特性が被加工物の露出面積に依存してしまうといった問題を生じていた。例えば図5はX線マスク上のTa吸収体及び基板のSiCメンブレンを各々エッチングした場合のメンブレン背面の温度推移を示したものであるが、この図から判るように、基板のSiCのみをエッチングした場合に較べてTaエッチングした場合の方がメンブレン背面の温度がかなり上昇していることがよく理解できる。

【0008】上記したように、エッチング特性が被加工物の露出面積に依存することは、例えば大面積で露出した被加工物の場合、エッチング中の到達温度がパターン転写のマスクであるレジストのガラス転移温度を越えることによって、転写寸法精度が著しく劣化してしまっていた。逆に、小面積で露出した被加工物の場合には、エッチング中の温度上昇が少なくエッチング速度の低下により選択比の低下を招いていた。

【0009】そこで、本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、どのような被加工物の露出面積であっても、エッチング中の到達温度が一定になるようにエッチング中の温度制御を行うことができ、制御性の良好なエッチングを行うことができ、寸法精度が高く被エッチング薄膜の残渣が生じ難いエッチングを行うことができる半導体製造装置を提供することを目的としている。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による半導体製造

3

装置は上記目的達成のため、反応性ドライエッチングを行う半導体製造装置において、被エッチング物の全面積を取得する面積取得手段と、該面積に基づいて反応熱を算出する反応熱算出手段と、該算出された反応熱に基づいて基板の温度上昇を推定し、該基板の温度を一定温度以下に保持するように被エッチング物の初期温度制御を行うか、あるいは該基板の温度を一定温度に保持するように温度制御を行う温度制御手段とを有するものである。

【0011】本発明においては、前記面積取得手段が、被エッチング物の表面の画像を取得する画像取得手段と、該画像に含まれる画像信号に基づいて該被エッチング物の表面であることを検出する表面検出手段と、検出された該被エッチング物の表面画像信号に基づいて該被エッチング物の全面積を算出する面積算出手段とを有する画像処理機構からなる場合であってもよく、また、前記温度制御手段がペルチェ素子からなる場合であってもよい。

【0012】

【作用】図1は本発明の原理説明図である。図1において、1は被エッチング基板2上に形成された被エッチング物であり、3はこの被エッチング物1上に形成されたパターン転写用のマスクである。次いで、4は被エッチング基板2の温度を計測する温度計であり、この温度計4で計測された温度データは記憶装置5に接続された計算機6に送られるようになっている。更に、計算機6には試料測定室7内に設けられた被エッチング物1の露出面積を検出する被エッチング物露出面積検出器8からの面積データが送られるようになっており、この検出された面積データに基づいて反応熱を算出し、次いで、この計算された反応熱に基づいて被エッチング基板2の温度上昇を推定した後、この被エッチング基板2の温度を一定温度以下に保持するように被エッチング基板2下に設けられた温度制御装置9で被エッチング物1の初期温度制御を行うか、あるいは被エッチング基板2の温度を一定温度に保持するように温度制御装置9で温度制御を行うようになっている。そして、10は真空反応室11内の圧力を計測するガス圧力計であり、12、13、14は各々真空反応室11内に高周波を印加する高周波電源、真空反応室11内に導入されるエッチング用の反応性ガス、試料測定室7及び真空反応室11内を排気する排気系である。

【0013】ここでのエッチングでは、高周波電力を陰極結合された低ガス圧放電が用いられており、被エッチング基板2が陰極上に保持され、この被エッチング基板2温度が温度計4により観測されるようになっている。また、温度制御は反応熱総量を吸収するために必要な熱シンクを被エッチング基板2に熱的に接触させ、被エッチング物1の加工中の温度を一定に保持するようになっている。

【0014】このように、本発明では、被エッチング物

4

1の露出面積を検出し、この検出された面積に基づいて目的の反応により発生する反応熱総量を算出し、この算出された反応熱総量に基づいて基板の温度上昇を推定し、この基板の温度を一定温度以下に保持するように被エッチング基板2の初期温度制御を行うか、あるいはこの被エッチング基板2の温度を一定温度に保持するように温度制御を行うように装置を構成したため、エッチング中の被エッチング物の温度が反応熱によって変化することを抑制することができ、制御性の良好なエッチングを行うことができ、寸法精度が高く被エッチング薄膜の残渣が生じ難いエッチングを行うことができる。

【0015】

【実施例】以下、本発明を図面に基づいて説明する。図2は本発明の一実施例に則した半導体製造装置の構成を示す概略図である。図2において、図1と同一符号は同一または相当部分を示し、15、16は各々画像処理器、探針である。なお、ここでは温度計4に温度センサーを用いているが、温度測定が可能な装置であれば何れのものを用いてもよい。

【0016】本実施例においては、エッチングは次の手順によって行われる。まず、第1の手順として、被エッチング物1の露出面積を検出する。この時、試料測定室7に導入された被エッチング物1を含む試料は、その加工を施す面を被エッチング物露出面積検出器8に対置して保持される。ここでの被エッチング物露出面積検出器8は探針16と検出器8によって構成されるが、探針16としては、可視光源、X線、電子線あるいはイオンビーム等のエネルギー線なら何でもよい。そして、被エッチング物露出面積検出器8には探針16の種類によりこれを検出できるものを用いる。この際、微細な探針である電子線、イオンビーム等は、試料表面を走査することによりその反射電子あるいはイオン、二次電子、イオン等を検出することによって行われる。このようにして検出器8は、試料表面にて反射された探針16が作り出す画像情報を電気信号（画像信号）に変換し、画像処理器15に送り込む。次いで、画像処理器15は、この画像信号に基づいて被エッチング物1の面積を検出して計算機6に送り込む。面積検出の具体的な例としては、図3（a）、

（b）に示す手法を用いることができる。ここでは、画像信号のある周期的な部分に区分けし、各々の区間における画像信号の強度をある一定のしきい値で分離する。例えば探針16が電子線であった場合、パターン転写用のマスク3の有る場所と無い場所（被エッチング1の露出する場所）を走査した際に、各々の場所で検出器8に入射する二次電子の数が異なるため、検出される信号強度が異なる。これを利用して、得られた画像信号を両強度の中間のレベルで分類することができ、その結果、被エッチング物1が露出された場所の面積を測定することができることになる。

【0017】第2の手順では、計算機6に読み込まれた

5

被エッチング物1の面積Sに基づいて、目的のエッチングにおいて発生する反応熱総量を算出する。この時、必要になる他のパラメータとして、被エッチング物1の単位量当たりの反応熱 $\Delta H$ 、反応の活性化エネルギー $\epsilon$ 、被エッチング物1の密度 $\rho$ 、被エッチング物1の分子量M、加工時のガス圧力P、基板の熱伝導率k、基板の厚\*

$$\Delta T = \frac{A (B P + C) \Delta H \rho}{k D} \exp(-\epsilon / T)$$

【0019】但し、A、B、C及びDはアクチノメトリ等の実験から求められる定数である。この算出式は、単純化されたものであるため、精度が得られない場合には、試料の近傍における熱伝導方程式を解くことによって、実際に被エッチング物1の上昇する温度を見積もることができる。最後に、上記得られた $\Delta T$ とエッチングに障害の出る最高温度 $T_H$ との差より低い温度に被エッチング基板2の初期温度を設定しておけば、被エッチング基板2の温度はエッチング中に $T_H$ を越えることがなく、安定したエッチングを行うことができる。

【0020】しかしながら、上記述べた基板温度の制御法は、 $\Delta T$ が極めて大きい場合には、温度変化によるエッチング特性の変化が完全に解消される訳ではない。この場合、被エッチング基板2の温度がエッチング中に一定になるように温度制御装置を構成し直す必要がある。このような場合、例えば温度制御装置9は図4(a)、(b)に示すような構成とする。被エッチング基板2と温度制御装置との接触面17に極近接あるいは接して冷凍機を設置し、この冷凍機の温度をエッチング中の反応熱の発生に伴って変化させる。この冷凍機には、図4(a)に示すように、例えばベルチェ効果を利用した装置18でもよいし、図4(b)に示すように、各々異なった温度に制御された媒体19(例えば液体ならば水、気体ならばヘリウム)を混合して流し、迅速に温度制御することができるようにした装置を用いてもよい。なお、図4(b)において、20、21は各々バルブ、恒温槽である。

【0021】本実施例では、被エッチング薄膜の被エッチング1がTa、下層薄膜がSiCである被エッチング基板2に対し、反応性ガスとしてクロロホルム( $\text{CHCl}_3$ )を用いた場合について述べる。例えば、Ta薄膜の膜厚を $0.8 \mu\text{m}$ として $\text{CHCl}_3$ 及び $\text{Cl}_2$ の流量を各々毎分120cc及び180ccとし、ガス圧力を0.2Torrとし、印加する高周波電力密度を $0.8 \text{ W}/\text{cm}^2$ とした場合には、温度制御装置のエッチング中の温度変化を図5に示すように設定することによって、エッチング中の被エッチング基板2の温度を一定に保つことができる。

【0022】

【発明の効果】本発明によれば、どのような被加工物の露出面積であっても、エッチング中の到達温度が一定に

6

\*さる及び実験的に得られるパラメータ群が必要となるが、これらの数値は記憶装置5から呼び出して用いる。上記パラメータにより算出される平衡温度Tからの温度上昇 $\Delta T$ は次式により表される。  
【0018】  
【数1】

なるようにエッチング中の温度制御を行うことができ、制御性の良好なエッチングを行うことができ、寸法精度が高く被エッチング薄膜の残渣が生じ難いエッチングを行うことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図である。

【図2】本発明の一実施例に則した半導体製造装置の構成を示す概略図である。

【図3】本発明の一実施例に則した画像処理装置の具体例を示す図である。

【図4】本発明の一実施例に則した温度制御装置の構成を示す概略図である。

【図5】本発明の一実施例に則したエッチング時間に対する温度制御装置のエッチング中の温度変化を示す図である。

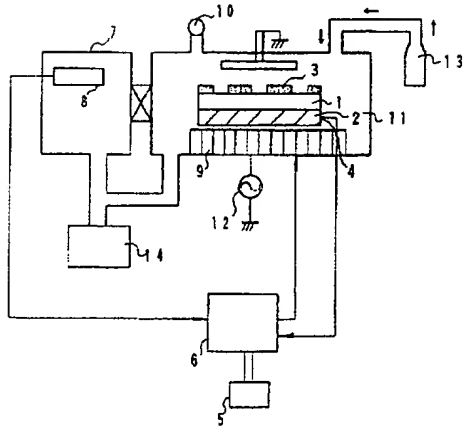
【図6】従来の課題を説明するためのエッチング時間に対する被エッチング基板の温度変化を示す図である。

【符号の説明】

- 1 被エッチング物
- 2 被エッチング基板
- 3 マスク
- 4 温度計
- 5 記憶装置
- 6 計算機
- 7 試料測定室
- 8 被エッチング物露出面積検出器
- 9 温度制御装置
- 10 ガス圧力計
- 11 真空反応室
- 12 高周波電源
- 13 反応性ガス
- 14 排気系
- 15 画像処理器
- 16 探針
- 17 接触面
- 18 ベルチェ素子
- 19 媒体
- 20 バルブ
- 21 恒温槽

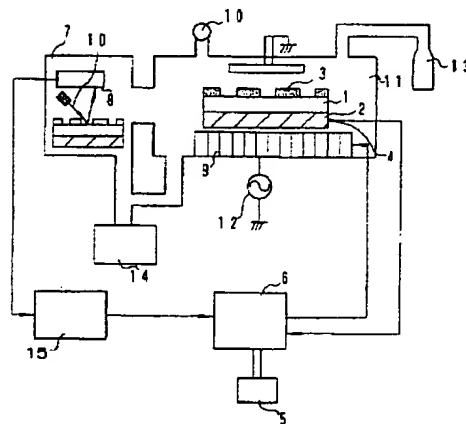
【図1】

本発明の原理説明図



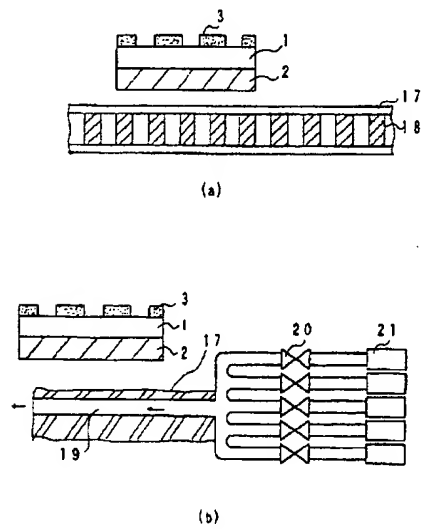
【図2】

本発明の一実施例に則した半導体製造装置の構成を示す概略図



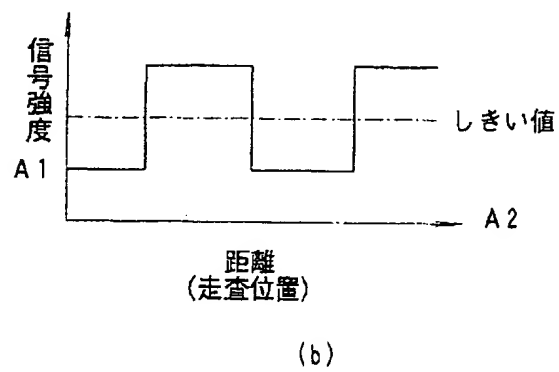
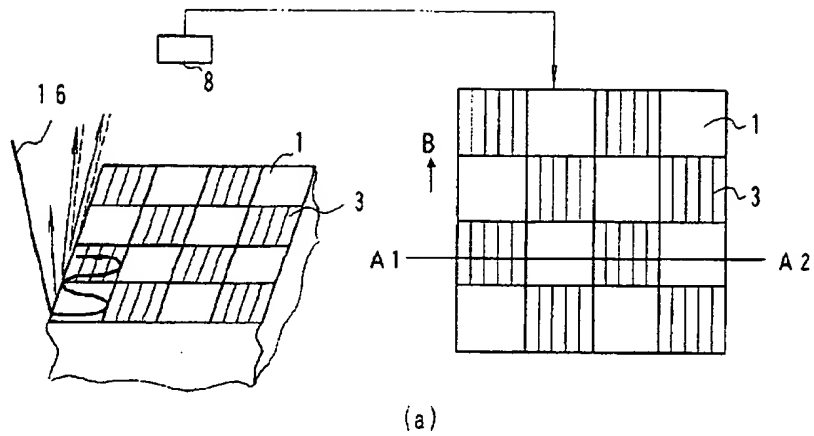
【図4】

本発明の一実施例に則した温度制御装置の構成を示す概略図



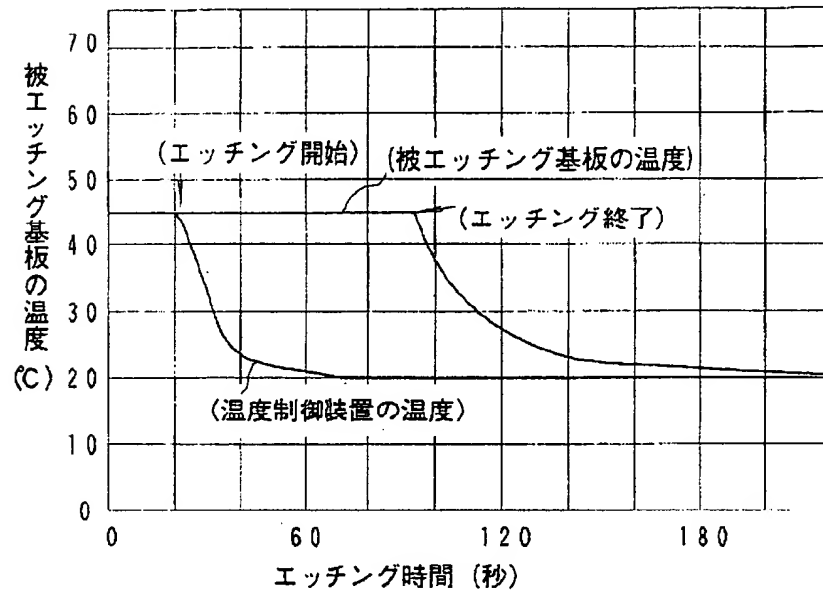
【図3】

本発明の一実施例に則した画像処理装置の  
具体例を示す図



【図5】

本発明の一実施例に則したエッチング時間に対する  
温度制御装置のエッチング中の温度変化を示す図





【図6】

従来の課題を説明するためのエッチング時間に対する  
被エッチング基板の温度変化を示す図

